

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-123108

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 N 29/20

G 0 1 V 1/00

識別記号

F I

G 0 1 N 29/20

G 0 1 V 1/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平8-299538

(22) 出願日

平成 8 年(1996) 10月23日

(71) 出願人 000000284

大阪瓦斯株式会社

大阪府大阪市中央区平野町四丁目 1 番 2 号

(71) 出願人 000235532

非破壊検査株式会社

大阪市北区西天満 6 丁目 3 番19号

(72) 発明者 海陸 力

大阪市中央区平野町 4 丁目 1 番 2 号 大阪  
瓦斯株式会社内

(72) 発明者 中村 泰博

大阪市中央区平野町 4 丁目 1 番 2 号 大阪  
瓦斯株式会社内

(74) 代理人 弁理士 北村 光司

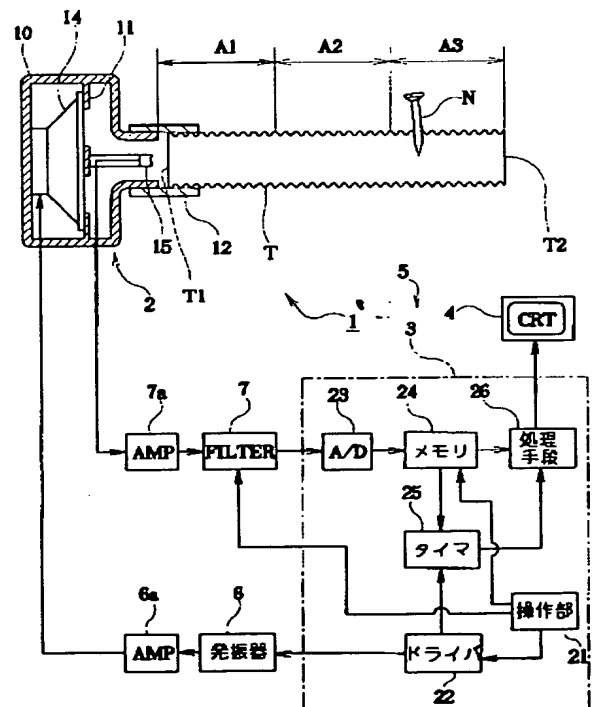
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 管検査方法

(57) 【要約】

【課題】 管内空断面積があまり変化しない釘等の細長い異物等が管内に存在する場合でも、その異物の存在を音響信号により識別することの可能な管検査方法を提供すること。

【解決手段】 管 T の一端 T 1 に取り付けした送信子 1 4 から音響信号を管 T 内部に送信すると共に、同じくこの管 T の一端 T 1 に取り付けした受信子 1 5 により管 T 内で反射した音響信号を受信する。受信された音響信号からフィルタ 7 により一部の周波数を除去する。管 T の一端 T 1 からより他端 T 2 側に近い位置を検査する際に前記フィルタ 7 のしきい値をより低く設定しつつ、同じ反射源に基づく音響信号についてフィルタ 7 通過前後の信号強度を比較する。このしきい値を段階的に変化させる度に、音響信号の送信及び受信を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 管(T)の一端(T1)に取り付けた送信子(14)から音響信号を管(T)内部に送信すると共に、同じくこの管(T)の一端(T1)に取り付けた受信子(15)により管(T)内で反射した音響信号を受信し、受信された音響信号からフィルター(7)により一部の周波数を除去し、前記管(T)の一端(T1)からより他端(T2)側に近い位置を検査する際に前記フィルター(7)のしきい値をより低く設定しつつ、同じ反射源に基づく音響信号について前記フィルター(7)通過前後の信号強度を比較することを特徴とする管検査方法。

【請求項2】 前記しきい値を段階的に変化させる度に前記音響信号の送信及び受信を行うことを特徴とする請求項1に記載の管検査方法。

【請求項3】 前記フィルター(7)が受信された音響信号から少なくとも低域側周波数を前記一部の周波数として除去するものである請求項1又は2のいずれかに記載の管検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、管内部に侵入する異物、例えば管の釘の突き刺さりや貫通等を検査するに適した管検査方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ステンレスの薄板管を蛇腹状に成形したフレキシブル管が種々の配管用に多用されている。この種のフレキシブル管は、管を自由に屈曲させることが可能であるため、配管の作業性が極めて良い。その反面、管自体が薄板で形成されているため、釘等が管に突き刺さったり貫通する場合がある。

【0003】一方、管検査の手法としては、例えば、特公平7-1168号(特開昭61-29757号)公報に記載の如く、音響ハルスにより、管内の状況を検査する方法が提唱されている。同公報によれば、照射波と管内からの反射波との位相を比較することにより、反射波発生位置で管内空断面積が大きくなっているのか小さくなっているのかを判定している。

【0004】同従来方法によれば、管内空断面積の変化程度が比較的大きな、配管の潰れ、水又は土の侵入等の原因による場合は上述の位相の比較を行い易いので、その検出が容易である。しかし、管に対する釘の突き刺さりや貫通等は、管内空断面積があまり変化しないので、上述の位相の比較を行い難い。したがって、上記公報に記載の如き従来技術では、釘の突き刺さり等の原因による管内の異常は非常に識別し難いという限界があった。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】かかる従来技術の実状に鑑みて、本発明は、管内空断面積があまり変化しない釘等の細長い異物等が管内に存在する場合でも、その異

物の存在を音響信号により識別することの可能な管検査方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る管検査装置の特徴は、管の一端に取り付けた送信子から音響信号を管内部に送信すると共に、同じくこの管の一端に取り付けた受信子により管内で反射した音響信号を受信し、受信された音響信号からフィルターにより一部の周波数を除去し、前記管の一端からより他端側に近い位置を検査する際に前記フィルターのしきい値をより低く設定しつつ、同じ反射源に基づく音響信号について前記フィルター通過前後の信号強度を比較することにある。特に、前記フィルター通過前後の信号を双方とも認識するには、前記フィルターとして、受信された音響信号から少なくとも低域側周波数を前記一部の周波数として除去するハイパスフィルターを用いることが望ましい。

【0007】発明者らの実験によれば、管内空断面積があまり変化しない釘等の細長い異物等が管内に存在する場合、管に孔が開いていたり土等で管が閉塞している場合に比較して、反射波の低周波成分の割合が低いことが判明した。したがって、同じ反射源に基づく音響信号について、低周波成分を除去するハイパスフィルター通過前後の信号強度を比較すると、釘等による反射波はハイパスフィルターの通過前後でその強度の差は僅かであり、換言すれば、ハイパスフィルターの通過前後でその強度の減衰率は小さい。また、発明者らの他の実験によれば、管の音響信号入射側の一端からより他端側に近い位置を検査する際に、ハイパスフィルターのしきい値をより低く設定することで、かかるフィルター通過前後の音響信号の減衰率を釘等について小さく維持でき、且つ、信号のS/N比をも向上できることが判明した。

【0008】本発明を実施するに当たっては、前記しきい値を段階的に変化させる度に前記音響信号の送信及び受信を行うようにしてもよい。すなわち、音響信号入射側からの距離範囲を適当に区分し、各区分毎に上述の減衰率を十分小さく維持でき且つS/N比も十分な周波数のしきい値を割り付けて、音響信号の送受信を行えばよい。

## 【0009】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。本実施形態及び以下の実施例では、蛇腹状に成形した直径25mm程度のステンレス鋼製のフレキシブル管を、検査対象である管Tとしている。また、管Tの中間部における適宜位置には直径3mm程度の釘Nを貫通させ又は突き刺してある。

【0010】本発明に係る管検査装置1は、図1に示すように、大略、管の一端T1側に取り付けるセンサヘッド2と、パーソナルコンピュータ3及びCRT装置4よりなる表示手段5と、発信器6と、フィルター7とを

備えている。パーソナルコンピュータ3は、汎用品にソフトウェアを組み込むことによって、以下の各種機能を実現するように構成してある。

【0011】先のセンサヘッド2では、ケース10の内部に設けた開口部を有する仕切り板11に送信子たるスピーカ14を支持してある。また、スピーカ14の中心部近傍の仕切り板11から音響信号の送信側に向かって突出する支持具に、受信子たるマイクロフォン15を設けてある。スピーカ14としては、例えば、汎用オーディオ機器のトイタを用いることができ、また、マイクロフォン15には汎用のコンデンサマイクロフォンを用いることが可能である。ケース10は、その前面側に設けられたノズル部に樹脂製の接続チューブ12を嵌合させ、この接続チューブをさらに管Tの一端T1に差し込んで取り付けしてある。もちろん、この接続チューブ12は、適宜、環境に応じて長くすることも可能である。スピーカ14から管T内に発信された音響信号は、釘N及び管の他端T2等で反射され、この反射信号がマイクロフォン15により受信される。

【0012】先のパーソナルコンピュータ3は、操作部21の操作により、ドライバ22を介して発振器6を駆動させる。発振器6は、例えば、中心周波数10kHz程度の方波を生成するものであり、この方波は送信アンプ6aにより増幅されスピーカ14を駆動させる。一方、マイクロフォン15により受信され且つ受信アンプ7aにより増幅された反射音響信号は、フィルター7を通過するか又は未通過の状態であってA/Dコンバータ23を介してメモリチップ又はハードディスク等のメモリ手段24に蓄積される。受信音響信号をフィルター7の通過によりフィルタリングさせるか未通過の状態でもメモリ手段24に蓄積させるかは、操作部21を介してフィルタを制御することで、適宜選択が可能である。

【0013】本実施形態及び以下の実施例では、フィルター7を例えば10kHz以下の信号のみ通過させるローパスフィルターと、後述する値以上の信号を通過させるハイパスフィルターとにより構成してある。これらハイパスフィルター及びローパスフィルターのしきい値となる周波数は操作部21の操作により適宜変更可能である。なお、10kHz以上の高域側周波数をカットするのは、高周波ノイズを除去するためであり、高周波ノイズが少ない場合はローパスフィルターを省略できる。

【0014】フィルター7を通過せずにメモリ手段24に蓄積された信号は、処理手段26によりグラフィック処理された後、例えば、図2(a)(c)(e)に示す如き態様で同時にCRT装置4に表示される。また、フィルター7を通過してフィルタリングされた信号は、同様に処理手段26及びCRT装置4を介して図2(b)(d)(f)の如き態様で表示される。そして、これら図2(a)(c)(e)のグラフと、図2(b)(d)(f)のグラフとを、CRT装置4に同時に表示するこ

とによって、フィルター7通過及び未通過の信号を対比させて表示する。

【0015】メモリ手段24に蓄積された音響信号は、操作部21の操作によりその特徴部を選択できる。特徴部の選択は、ドライバ22の作動に連動するタイマ25により一端T1からの特徴部の距離を時間に換算することにより行われる。例えば、図2における送信パルスStの発信時刻tsを基準に、管他端での信号Seの受信時刻te並びに釘信号S1及び釘孔信号S2の受信時刻1xを求め、その特定の受信時刻1x近傍の信号のみを抽出して、フィルター7通過前の信号S1とフィルター7通過後の信号S1'とを比較できる。

【0016】ここで、図2(a)(b)に示すフィルター7通過前後の釘信号S1、S1'の減衰率Aは、S1、S1'の電圧をそれぞれa1、b1とすると、次式により求められる。なお、これら釘信号S1、S1'は、釘Nを管Tの直径にわたって完全に貫通させた状態でサンプリングしたものである。

$$A = 20 \log(a1/b1)$$

【0017】また、図2(c)(d)に示すフィルター7通過前後の釘孔信号S2、S2'の減衰率Bは、S2、S2'の電圧をそれぞれa2、b2とすると、次式により求められる。なお、釘孔信号S2、S2'は、貫通させた釘を引き抜いて形成される孔に起因するもので、釘孔部は実質的に管Tの断面積が増大しているに等しく、管閉塞や他の異物に起因する信号を代表する。

$$B = 20 \log(a2/b2)$$

【0018】上記ハイパスフィルターのしきい値は、釘に起因する信号の減衰率Aが小さいにも関わらず、釘孔に起因する信号の減衰率Bの大きいことが望まれる。すなわち、減衰率の差B-Aが、釘と釘孔等の原因を識別し得る程度の大きさであることが必要となる。図3における直線HLは、釘及び釘孔の位置を変更した場合における少なくとも減衰率の差B-Aが3dB以上となる値の点fa、fb、fcにより求めた限界線である。すなわち、この限界線HLよりも左下に位置する条件であれば、反射信号が釘等又はそれ以外の原因によるものであるかを識別できる。限界線HLは左下がりであることから、管の一端からより他端側に近い位置を検査する際にハイパスフィルターのしきい値をより低く設定すべきことが伺える。なお、S/N比等の問題から、しきい値はVLよりも大きな値であることが望ましい。

【0019】図4に示すグラフは、フィルター7におけるハイパスフィルターのしきい値と、フィルター7通過後の釘信号S1'のS/N比との関係を示す。G1~G5は、それぞれ釘貫通位置を一端T1側から5~15mの範囲で変更させた場合に相当する。S/N比のピーク値の変遷を破線PLにて示す。S/N比のピーク値をとるハイパスフィルターのしきい値は、釘の位置が遠くなる程、低くなっている。よって、この点からも、管の一

端からより他端側に近い位置を検査する際にハイパスフィルターのしきい値をより低く設定すべきことが同える。なお、同グラフの点f a、f b、f cは、図3のグラフの同じ符号の点に対応するものであり、破線PLに沿ったハイパスフィルターのしきい値設定は、先の限界線HLの条件に適合している。

【0020】上記検査装置1を用いて検査を行うには、まず、フィルター7を介さないで音響信号を送受信し、次いで、ハイパスフィルターのしきい値を段階的に低下させさせる度に音響信号の送受信を行うようにする。例えば、管Tを図1に示すように、一端T1から0～5mの範囲に相当する区画A1、5～10mの範囲に相当する区画A2、10～15mの範囲に相当する区画A3に区分する。ハイパスフィルターのしきい値を4kHzに設定した場合は区画A1を検査し、同じきい値を2kHzに設定した場合は区画A2を検査し、しきい値を1kHzに設定した場合は区画A3を検査する。区画数、区画範囲、しきい値の周波数等は管の径や長さ、異物の状況に応じて適宜変更が可能である。

【0021】最後に、本発明のさらに他の実施の形態の可能性について説明する。図2(e)(f)に示すフィルター7通過前後の釘信号S3、S3'は、釘Nをその先端部が管Tの内部に数mm突出する状態で得られたものである。釘信号S3、S3'のレベルa3、b3は十分に認識でき且つそれらの減衰率は非常に小さいので、他の信号と十分に識別し得ることが確認された。すなわち、本発明によれば、僅かな釘等の打ち込みでも検出することが可能である。

【0022】上記実施形態及び実施例では、蛇腹状のステンレス鋼製ガス管を検査対象としたが、本発明では、鋳鉄、鉛管のほか、ゴム管や樹脂管をも検査対象とすることができる。上述の釘の貫通や突き刺さりの角度や突き刺さり位置は不問であり、識別し得る管内状況としては釘の貫通や突き刺さりに限られず、針金等の異物や氷柱の形成等も識別し得る。

【0023】上記実施形態では、あるしきい値未満の信号をローカットするフィルターを通過させた信号を未通過の信号と比較し、信号の減衰率が小さな場合には釘Nが貫通するような異物であると判定した。しかし、同じきい値以上の信号をハイカットするフィルターを通過させた信号を未通過の信号と比較し、信号の減衰率が大きな場合には釘等の異物であると判定するように構成してもよい。但し、フィルター7通過前後の信号が双方とも確認し易いという点から、上述のローカットを行うハイパスフィルターを用いる構成が優れている。本発明におけるローカットはバイパスと同義であり、ハイカットはローパスと同義である。

【0024】フィルター通過及び未通過の信号を対比させて表示するには、これら双方の信号を上述の如く同時に表示する他、これら双方の信号の差分のみを表示させ

るように構成することも可能である。また、本発明にいう表示装置とは、ディスプレイ装置のみならず、信号の強度が一定値を越える場合又は越えない場合に点灯する発光ダイオード等により構成してもよく、例えば、タイマにより選択されたフィルター通過及び未通過の信号の差分が一定値に満たない場合に発光ダイオード等の点灯で上述の如き釘等が貫通している旨を表示するように構成してもよい。

【0025】上記実施形態では、音響信号の送信子と受信子とをそれぞれ別体のスピーカーとマイクロフォンとで構成したが、これら送信子と受信子とは同一のデバイスにより構成してもよい。例えば、単一のスピーカーを送受信子として設け、ボイスコイルにハルス電圧を加えると共に、受信音響信号ハルスに起因してボイルコイル両端に生じる電圧を解析するように構成してもよい。

【0026】

【発明の効果】このように、上記本発明の特徴によれば、フィルター通過又は未通過の信号を対比させる際に、釘等の位置に応じてフィルターのしきい値を変更することで、管内に侵入する釘等の細長い異物等をより確実に識別することが可能となった。

【0027】また、しきい値を段階的に変化させる度に音響信号の送受信を行うことで、検出し難い細長い異物等の検出精度を向上させつつ、迅速に検査を行うことが可能となった。

【0028】なお、特許請求の範囲の項に記入した符号は、あくまでも図面との対照を便利にするためのものにすぎず、該記入により本発明は添付図面の構成に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の管検査方法に用いる管検査装置の概略を示す論理ブロック図である。

【図2】管に対する音響パルス信号の発信後における受信信号の時間に対する強度変化を示すグラフであって(a)(c)(e)はフィルタ未通過、(b)(d)(f)はフィルタ通過後の信号をそれぞれ示すグラフである。

【図3】減衰率差が3dB以上の場合における釘の貫通位置とハイパスフィルターのしきい値との関係を示すグラフである。

【図4】釘の貫通位置を変化させた場合におけるハイパスフィルターのしきい値と釘信号のS・N比との関係を示すグラフである。

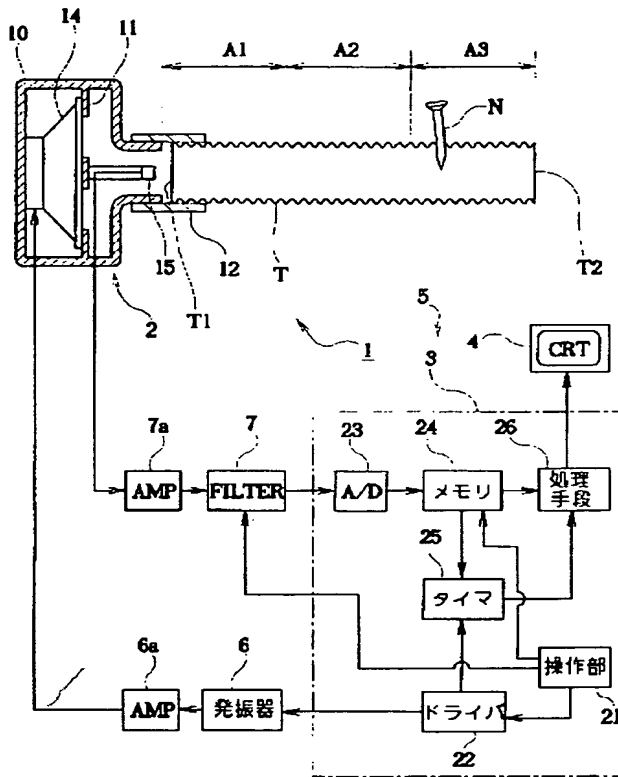
【符号の説明】

- 1 検査装置
- 2 センサヘッド
- 3 パーソナルコンピューター
- 4 CRT装置
- 5 表示手段
- 6 発振器

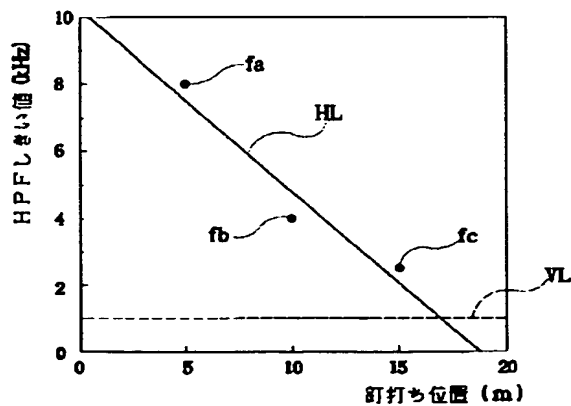
- 7 フィルター  
6a送信アンプ  
7a受信アンプ  
10 ケース  
11 仕切り板  
11a支持体  
12 接続チューブ  
14 スピーカー (送信子)  
15 マイクロフォン (受信子)  
21 操作部

- 22 ドライバ  
23 A/Dコンバータ  
24 メモリ手段  
25 タイマ  
26 処理手段  
T 管  
T1一端  
T2他端  
N 釘

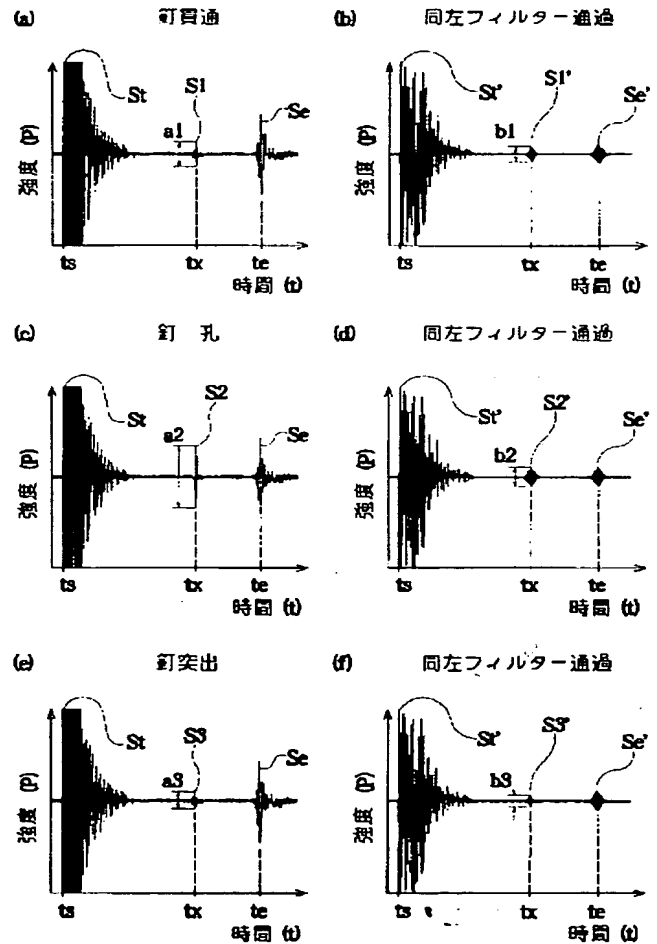
【図1】



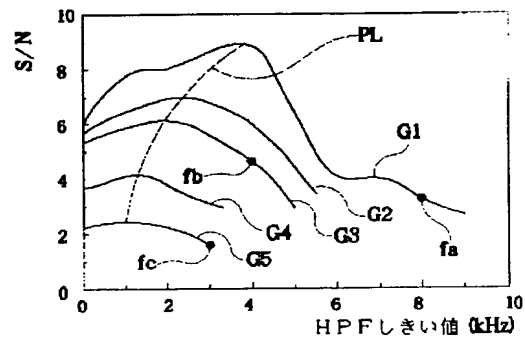
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 今中 拓一  
 大阪市西区北堀江1丁目18番14号 非破壊  
 検査株式会社内  
 (72)発明者 吉荒 俊克  
 大阪市西区北堀江1丁目18番14号 非破壊  
 検査株式会社内

(72)発明者 西本 重人  
 大阪市西区北堀江1丁目18番14号 非破壊  
 検査株式会社内  
 (72)発明者 辻 啓一  
 大阪市西区北堀江1丁目18番14号 非破壊  
 検査株式会社内

**NON DESTRUCTIVE INSPECTION CO LTD [JP 10123108]**

**ABSTRACT**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To detect the presence of a foreign object according to an acoustic signal even if, for example, a thin and long foreign object such as a nail where an inner sectional area of a tube does not change greatly exists in the tube.

**SOLUTION:** An acoustic signal is transmitted from a transmitter 14 that is mounted to one edge T1 of a tube T into the tube T and at the same time an acoustic signal that is reflected in the tube T is received by the receiver 15 being mounted to one edge T1 of the tube T. A partial frequency is eliminated from the received acoustic signal by a filter 7. When a position that is closer to the side of the other edge T2 from one edge T1 of the tube T is inspected, the threshold of the filter 7 is set lower and the signal intensities before and after the acoustic signal passes the filter 7 for the signal based on the same reflection source. Every time when the threshold id changes in steps, an acoustic signal is transmitted and received.

**BEST AVAILABLE COPY**